

DOI: 10.53657/9785961004229\_178

**ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАМОРА, ВЫЗВАННОГО  
ВРЕДНОСНЫМ ЦВЕТЕНИЕМ ВОДОРΟΣЛЕЙ  
ОСЕНЬЮ 2020 Г. У БЕРЕГОВ КАМЧАТКИ, ДЛЯ  
ГИДРОБИОНТОВ В СУБЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ ПО  
ПРОШЕСТВИИ ДВУХ ЛЕТ**

***Н. П. Санамян\**, *А. В. Коробок\*\**, *К. Э. Санамян\****

*\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ)  
ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский*

*\*\*Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды, Петропавловск-Камчатский*

**THE CONSEQUENCES OF NEGATIVE ECOLOGICAL  
SITUATION CAUSED BY A HARMFUL ALGAE BLOOM  
IN AUTUMN 2020 NEAR COAST OF KAMCHATKA FOR  
HYDROBIONTS IN THE SUBTIDAL ZONE AFTER TWO  
YEARS**

***N. P. Sanamyan\**, *A. V. Korobok\*\**, *K. E. Sanamyan\****

*\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky*

*\*\*Kamchatka Department for Hydrometeorology and Environmental  
Monitoring, Petropavlovsk-Kamchatsky*

В результате сильных положительных температурных аномалий, превышавших норму на 3–6 °С, и других факторов осенью 2020 г. у берегов Камчатки произошла вспышка численности фитопланктона. Во время вспышки оценка по спутниковым снимкам концентрации хлорофилла *a* выявила превышение фоновые значения в 5–8 раз [Bondur et al., 2021]. Это продолжительное и интенсивное вредоносное цветение микроводорослей и последующее отмирание их биомассы привело к обширным заморным явлениям на морском дне и гибели бентосных организмов.

За предыдущие 20 лет наших наблюдений (с 1999 по 2019 г.) и изучения бентосных сообществ в верхней сублиторали (до глубины 30 м), осуществлявшихся с помощью легкового судна снаряжения и подводной фототехники, заморы мы не наблюдали. Однако явление это не уникальное: имеются сведения об обширных заморных явлениях, произошедших летом 1985 г. на юге Камчатки – от юго-западного побережья (температура поверхности воды до 12–13 °С) до восточного (залив Кроноцкий, температура воды до 14–15 °С), включая о. Шумшу (температура воды до 15–16 °С) (у о. Алаид при этом заморы не наблюдались, вода там не

превышала 2–3 °С) [см. Сидоров, Бурдин, 1986]. Наблюдения, проведенные нами в 2021 г., показали, что в результате вредоносного цветения микроводорослей осенью 2020 г. бентосным сообществам в верхней сублиторальной зоне (обследованные глубины 6–18 м) нанесен катастрофический урон [Токранов и др., 2021], в то время как на литорали юго-восточного побережья Камчатки разрушительного влияния этого события не наблюдалось [Данилин и др., 2021].

В результате обследований с помощью водолазных погружений в верхней сублиторали в 2021 г. наблюдалось сильное обеднение донной фауны с исчезновением многих видов, в том числе массовых, и даже целых групп животных [Токранов и др., 2021]. В частности, почти полностью исчезли губки, более половины всех видов актиний; многолетние колонии мягких кораллов полностью вымерли, но стали расти мелкие колонии первого года. Сильно пострадали моллюски: некоторые виды исчезли, другие встречались единично или очень редко. Исчезла половина видов морских звезд, численность оставшихся сильно сократилась, также резко сократилась и численность офиур; исчезли крупные морские ежи, остались мелкие, до 3–4 см в диаметре. Один вид крупных голотурий (зарывающиеся в песок *Psolus phantapus*) практически не пострадал, остальные встречаются единично. Кроме двух колониальных видов, асцидии также сильно пострадали, некоторые массовые виды исчезли. Меньше негативное воздействие сказалось на гидроидах, сидячих полихетах, крабах. В отличие от вышеперечисленных, увеличилась численность ставромедуз, форонид, амфипод (морских козочек и бокоплавов), раков-отшельников. На освобожденных от обрастателей (губки, колониальные асцидии) поверхностях валунов и скал появились мелкие домики баянусов и розовые точки кораллиновых инкрустирующих водорослей. Водоросли-макрофиты не пострадали, а у диатомовых водорослей наблюдалась вспышка численности.

В 2022 г. по биоразнообразию ситуация не улучшилась: те, кто выжил – заселяют камни, а большинство выбывших видов пока не найдены. Более того, некоторые виды, встречавшиеся в прошлом году, в этом году исчезли, видимо, из-за подорванной кормовой базы, например, крупные голожаберные моллюски *Tritonia tetraquetra*, питающиеся в основном мягкими кораллами *Gersemia rubiformis*, или морские звезды *Henricia tumida*, питающиеся губками и встречавшиеся в 2021 г. единично. Исчезли также криптохитоны *Cryptochiton stelleri*, встречавшиеся в прошлом году лишь единично во время некоторых погружений. На валунах по-прежнему, как и в прошлом году, остаются отбеленные участки инкрустирующих кораллиновых водорослей – незаросшие следы, где росли погибшие губки и другие обрастатели.

Восстановила численность корковая губка *Halisarca* sp. (Demospongiae),

найлены мелкие экземпляры известковых губок (*Calcarea*) двух видов: *Syccettusanemurensis* и *Clathrina* sp. Постепенно разрастается и встречается все чаще красная корковая губка *Hymenancora orientalis*. Впервые за два года найден небольшой (15–20 см) экземпляр ранее самого массового вида губок *Halichondria panicea*, являвшегося очень важным компонентом сообществ на твердых субстратах и местом обитания или объектом питания для многих донных организмов. Других, столь же значимых, ландшафтообразующих губок, как, например, *Amphilectus digitatus*, *Myxilla incrustans*, *Polymastia laganoides* и др., пока не обнаружено.

Четыре вида актиний – *Metridium farcimen*, *Metridium senile fimbriatum*, *Urticina grebelnyi* и *Anthopleura orientalis* – с большими или меньшими потерями пережили замор 2020 г., и их дальнейшая выживаемость опасений не вызывает. Из единично встреченных в прошлом году видов закапывающихся актиний (*Aulactinia stella*, *Cribrinopsis olegi*, *Chariseas axicola*, *Halcampoides* sp.) только один, *Halcampoides* sp., удалось обнаружить в этом году при целенаправленном поиске. Полностью исчезнувший после замора, самый массовый вид актиний *Cnidopus japonicus*, обитавший в регионе практически повсеместно на твердом субстрате, в этом году также не был найден, как и другие актинии – обычные обитатели твердых субстратов (*Cribrinopsis albopunctata*, *Urticina imuri*, *Stomphia coccinea*, *Actinostola* sp.).

Часто встречаются друзы небольших (до 2–3 см) мидий *Mytilus trossulus*, среди обрастаний видны сифоны *Hiatella arctica*. Выжили и успешно размножаются голожаберные моллюски, питающиеся на гидроидах, такие как *Dendronotus* cf. *dalli*, *D. robilliardi*, *D. zakuro*, *Dirona pellucida*, *Himatina trophina*, *Occidenthella athadona*. Редко, но встречаются крупные брюхоногие моллюски *Fusitriton oregonensis* и более мелкие *Nucella* sp. Есть морские блюдечки *Lottias cutum* и хитоны семейства *Tonicellidae* – они стали встречаться все чаще, их численность, похоже, постепенно восстанавливается. Брюхоногие моллюски *Cryptonatica janthostoma*, обитающие на рыхлых грунтах, вероятно, тоже пострадали от замора, т.к. крупных экземпляров встречено мало. Но довольно много мелких (с раковиной до 1 см), поэтому можно надеяться, что их численность восстановится. Другие брюхоногие моллюски не найдены, все их раковины, от мелких до крупных, заняты отшельниками. Ракообразные в целом пострадали меньше других групп беспозвоночных: довольно часто встречаются волосатые крабы *Telmessus cheiragonus*, крабы-декораторы *Oregonia gracilis*, есть крабы-стригуны *Chionoecetes opilio*, хотя камчатский и колючий крабы (*Paralithodes camtschaticus* и *P. brevipes*) попадаются редко. Бокоплавы и морские козочки даже сильно увеличили численность. Однако креветок не видно: раньше было много мелких

креветок, некоторые виды которых обитали на актиниях или около них. Но этих видов актиний теперь нет или, как *Urticina grebelnyi*, они стали более редкими.

По-прежнему много форонид (*Phoronis* sp.), но за два года не найдено ни одной брахиоподы, хотя они и до замора не были многочисленными. Разрастается много инкрустирующих мшанок, сохранились местами колонии кустистых мшанок *Myriapora orientalis*. Найдена одна колония кустистой мшанки *Carbacea carbacea*, которая раньше встречалась часто, а после событий 2020 г. найдена в этом году впервые. Обратная сторона камней покрыта корковыми мшанками и мелкими сидячими полихетами спирорбисами (*Spirorbis* sp.). Под камнями много крабоидов *Dermaturus mandtii* и подкаменьщика *Hapalogaster grebnitzkii*.

Теперь, как правило, попадают только три вида морских звезд: *Asterias rathbuni*, *Evasterias echinosoma* и *Lethasterias nanimensischelifera*. На глубине 12 м встречен один экземпляр (первый за два года после замора) многолучевой морской звезды *Solaster endeca*. Ранее многочисленные некрупные виды морских звезд родов *Leptasterias* и *Henricia*, единичные экземпляры которых встречались еще в прошлом году, в этом году не найдены. Питающиеся губками виды *Henricia* и живородящие морские звезды рода *Pteraster*, видимо, полностью исчезли из-за отсутствия кормовой базы. Под камнями и в полостях твердого субстрата встречаются офиуры *Ophiopholis aculeata* – их численность сильно подорвана замором, приведшим к гибели не только самих офиур, но и их обычных укрытий, таких как губки и кустистые мшанки. Но все же офиуры стали чаще встречаться – их «руки», торчащие из разных щелей, чаще попадают на глаза. Исчезли плоские морские ежи *Echinarachnius parma*. Вместе с тем круглые морские ежи рода *Strongylocentrotus* обычны и даже массовы во многих местах, но без крупных экземпляров – лишь до 4 см в диаметре.

Асцидии *Placentela crystallina* весной и в начале лета завершают период размножения и распространения путем фрагментации колоний и остальную часть года находятся в «спящем» состоянии: на субстрате остается нижняя часть колонии, из которой весной следующего года разовьются новые зооиды. Вероятно, благодаря тому, что колонии этого вида, находящиеся к осени в неактивном состоянии, не отреагировали на воздействие замора осенью 2020 г., их численность не была подорвана – весной следующего года это был самый распространенный вид колониальных асцидий (и асцидий вообще). Также в этом году разрослись колонии асцидии *Aplidiopsis pannosum* – за предыдущие 20 лет наблюдений мы не встречали, в частности у о. Старичков, столь значительных обрастаний из этого вида. Вместо него наиболее массовым был *Aplidium eborinum*, типовым местообитанием которого и является акватория о. Старичков,

и который после замора 2020 г. практически исчез. Разрастаются колонии и других типичных для региона асцидий: *Synoicum turgens*, *Holozoa* sp., *Aplidium dissectum* и некоторые другие виды рода *Aplidium*, которые пострадали, но в прошлом году стали отрождаться из стагнирующих остатков колоний и появляться вновь. В этом году найден один вид семейства Didemnidae – *Didemnum* sp. Редкими стали одиночные асцидии, раньше местами встречавшиеся массово, такие как *Styela clavata* (сейчас попадают их единичные экземпляры) или *Dendrodoa aggregata* (встречаются малочисленные группы).

В отличие от прошлых лет, донные рыбы стали попадаться редко: можно увидеть единичные экземпляры мальков бычков и липарид, а также рыбы-лягушки, взрослые экземпляры встречаются единично. На придонные промысловые виды прибрежных рыб, такие как терпуги, окуни, минтай, треска, а также на камбал замор почти не повлиял. Осьминоги исчезли полностью.

## ЛИТЕРАТУРА

Данилин Д. Д., Будникова Л. Л., Сахаровский С. И., Токранов А. М., Жигадлова Г. Г., Санамян Н. П., Санамян К. Э., Иванова А. С. 2021. Предварительные результаты обследования литоральной зоны Южно-Камчатского природного парка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: матер. XXII межд. науч. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения известного камч. ученого-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исслед. биол. и состояния запасов морск. промысловых рыб у берегов Камчатки, почетного гражданина Петропавловска-Камчатского к.б.н. И. А. Полутова. – Петропавловск-Камчатский : Камчат-пресс. – С. 184–189. DOI: 10.53657/9785961004038\_184.

Сидоров К. С., Бурдин А. М. 1986. Исследование кормовых ресурсов камчатской популяции калана // Научно-исследовательские работы по морским млекопитающим северной части Тихого океана в 1984/85 г. – М. : ВНИРО. – С. 107–116.

Токранов А. М., Данилин Д. Д., Жигадлова Г. Г., Санамян К. Э., Санамян Н. П., Усатов И. А. 2021. Оценка воздействия возникшей осенью 2020 г. у берегов Камчатки неблагоприятной экологической обстановки на представителей различных групп гидробионтов // Тр. X Межд. науч.-практ. конф. «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)» Т. II (III): [сборник]. – Тверь: ООО «Поли-ПРЕСС». – С. 93–96.

Bondura V. G., Zamshina V. V., Chvertkova O. I. 2021. Space Study of a Red Tide-Related Environmental Disaster near Kamchatka Peninsula in September–October 2020 // Doklady Rossiiskoi Akademii Nauk. Nauki o Zemle. – Vol. 497. – No. 1. – P. 83–90.